

La evolución de la genética en los últimos tiempos ha demostrado la gran similitud existente entre todos los seres vivos. Con estos conocimientos se han ampliado los del genoma canino hasta poder determinar el desarrollo de las razas, la separación que tienen entre sí e incluso el origen de un ejemplar concreto

JAUME CAMPS  
(Veterinario y cinólogo)

FOTO: ROSA MARÍA CASTRO GÁZQUEZ



# El genoma canino

**D**esde los estudios con el guisante de olor de Gregor Mendel, en 1866, hasta los efectuados con la mosca del vinagre por Thomas Morgan, en 1900, y los miles realizados con bacterias y hongos (por su facilidad de reproducción) y con otros, la genética ha evolucionado mucho. Recientemente varios equipos de científicos han logrado descifrar la totalidad del complejo genoma humano, con lo que ha quedado demostrada la gran similitud entre todos los seres vivos, y con ello el origen único de la vida.

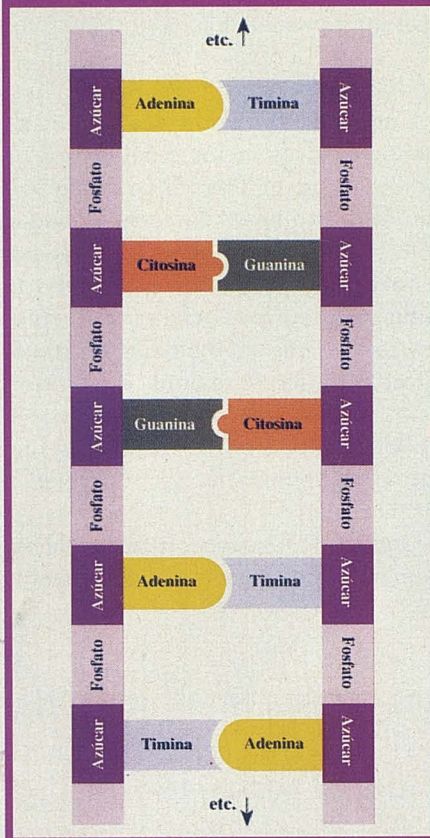
Mucho se conoce también del genoma canino. A través de estudios del ADN podemos determinar los orígenes

de las razas o de perros concretos, la separación existente entre razas y entre otros cánidos e incluso el tiempo transcurrido desde su separación en especies distintas. A este respecto, como primicia puedo avanzar que ya pueden realizarse peticiones de test de ADN a la Facultad de Veterinaria UAB de Barcelona.

Conocer más sobre el genoma canino interesa a criadores y genetistas para la mejora de las razas, pero es, asimismo, de interés para la medicina de los canes. Hay mucho a estudiar sobre las diversas enfermedades o anomalías de transmisión genética, algo que atañe tanto a los veterinarios patólogos como a



## Estructura de una molécula del ADN



*En la estructura de la escalera del ADN pueden verse las dos líneas de azúcar-fosfato, con los cuatro nucleótidos, siempre unidos entre los dos pares. En estudios de genoma pueden leerse millones de veces el CG TA AT GC GC AT CG TA CG AT TA GC TA CG AT TA TA CG AT CG, etcétera.*

todos los que hacen reproducir a los perros.

Tratar un tema científico muy complejo de forma divulgativa es harto aventurado; incluso muchos supondrán que es un atrevimiento criticable. A los especialistas este escrito les parecerá burdo e infantil pues reconocen que saben más del tema; sin embargo, sólo me mueve un interés, divulgarlo, ya que está en boca de todos los que tratamos y amamos a los animales. Deseo que pueda interesarles y mejor si puede servir para el bien y futuro de nuestros amigos los canes. Intentaré tratar los temas llanamente y en forma de breves apartados, de manera que puedan ser leídos independientemente, siguiendo un orden, saltados o empezando por el final...

### ENTRE DARWIN Y MENDEL

Son los dos nombres ilustres que se reparten el inicio de la genética entendida como ciencia. Ambos vivieron en una misma época, a lo largo de buena parte del siglo XIX, aunque realizaron sus publicaciones hacia la mitad de ese siglo. Curiosamente, los sistemas de trabajo de ambos y su divulgación fueron diametralmente opuestos.

Uno, Charles Robert Darwin, fue el genial teórico, con una visión global del mundo deducida de unas observaciones de varios años y en muchos lugares alrededor del mundo, que le dieron la brillante idea de la variación, de la tendencia a los cambios y de la influencia externa como selección del más adaptado. Todo el conjunto se ha llamado «Teoría de la Selección Natural».

El otro, Johann Gregor Mendel, fue el genial y paciente investigador con medios modestos en el huerto del convento, aplicando réplicas y comprobaciones, interesado en la persistencia de las formas y de la estabilidad genética. Descubrió las leyes sobre

por qué las especies mantienen sus características y redactó las conocidas «Leyes de Mendel». Conoció ciertas publicaciones de Darwin, pero éste desconocía las suyas, ya que no fueron bien aceptadas hasta 50 años después...

Son los dos científicos que crearon, desde perspectivas opuestas y con tecnología muy distinta, el fundamento de la genética, una de las ciencias más modernas, junto a la cibernética y la física nuclear. Estas tres ciencias han cambiado al mundo, y lo

### El mensaje genético

de cada individuo

es distinto excepto

en los gemelos univitelinos,

en los que es idéntico

que nos depara el futuro, en una revolución sin parangón desde lo que significó el neolítico, con el descubrimiento del cultivo de cereales o, anteriormente, con el descubrimiento de la creación y mantenimiento del fuego...

En el número 255 de esta revista ya escribí un relato sobre Darwin, con unos comentarios de las citas sobre los perros en su obra «El origen de las especies». Fue un breve homenaje a su apasionante personalidad.

### ¿QUÉ ES EL ADN?

Todo el mundo sabe lo que es el ADN, al menos sus fundamentos, y todos hemos seguido las noticias sobre averiguación de paternidades de ►



algunos famosos o hemos visto el test en el entramado de las «pelis» de detectives... Nos llenamos la boca al pronunciar «ácido desoxirribonucleico» y admiramos que sea la base de toda la vida al ser la estructura responsable de la transmisión hereditaria. Sin embargo, es de muy reciente descubrimiento. Fue el equipo de O. T. Avery quien relacionó este ácido con la genética en el año 1943. Diez años más tarde, Watson y Crick consiguieron describir cómo es la estructura del ADN. ¡Hace menos de 50 años...!

Usamos con frecuencia las palabras genoma o genotipo, aunque pueden tener pequeñas diferencias de significado. Conocemos que el conjunto del contenido genético de un organismo concreto se halla en los cromosomas; también que es en los cromosomas donde encontramos al ADN. En él reside toda la información que determina sin excepción todos los caracteres transmitidos por herencia en la totalidad de los seres vivos.

En los dos dibujos adjuntos podremos ver unas representaciones esquemáticas del ADN partiendo del cromosoma, con la espiral que forma, sus dos líneas de azúcar y fosfato y con los cuatro nucleótidos que las unen; esquemas que ahorrarán descripciones tediosas.

## RELACIONES DEL «TEST ADN» CON LOS CRIADORES

Aquí comento las seis relaciones principales, aunque hay otras, y más que saldrán en un futuro.

### Identificación individual

Cada animal recibe dos grupos de genes a través de los cromosomas de ambos progenitores. El conjunto forma el «geno-tipo» de cada individuo y es lo que se transmite por herencia. Una vez nacido, cada ser recibe la influencia de los factores ambientales, etológicos, nutricionales, patológicos, etc., conformando el «feno-tipo», que es tal como conocemos a cada individuo en concreto. Los factores «añadidos» no se transmiten a sus hijos.

Una magnífica prueba de identificación individual puede realizarse con la

comprobación del ADN dado que es exclusivo de cada animal (o todo ser vivo...).

No es común hacer esta comprobación en perros, ya que tiene su coste, pero con seguridad lo será en un futuro no muy lejano, cuya generalización debe ser apoyada entre todos. Hoy día tenemos la identificación por chip, que representó un gran paso sobre la identificación por tatuaje.

Sólo en casos de perros muy valiosos o que representen alguna cualidad específica, que interese salvaguardar, podría recomendarse tener su ADN controlado, para futuras comprobaciones en caso de litigio o certificación.

### Pruebas de paternidad. Control de parentesco

Aparte las pruebas de ADN sobre los defectos congénitos, el control de parentesco es el que tiene un mayor potencial de aplicaciones para los criadores. Veamos en qué aspectos:

- En caso de dudas de una confirmación de pedigrí.

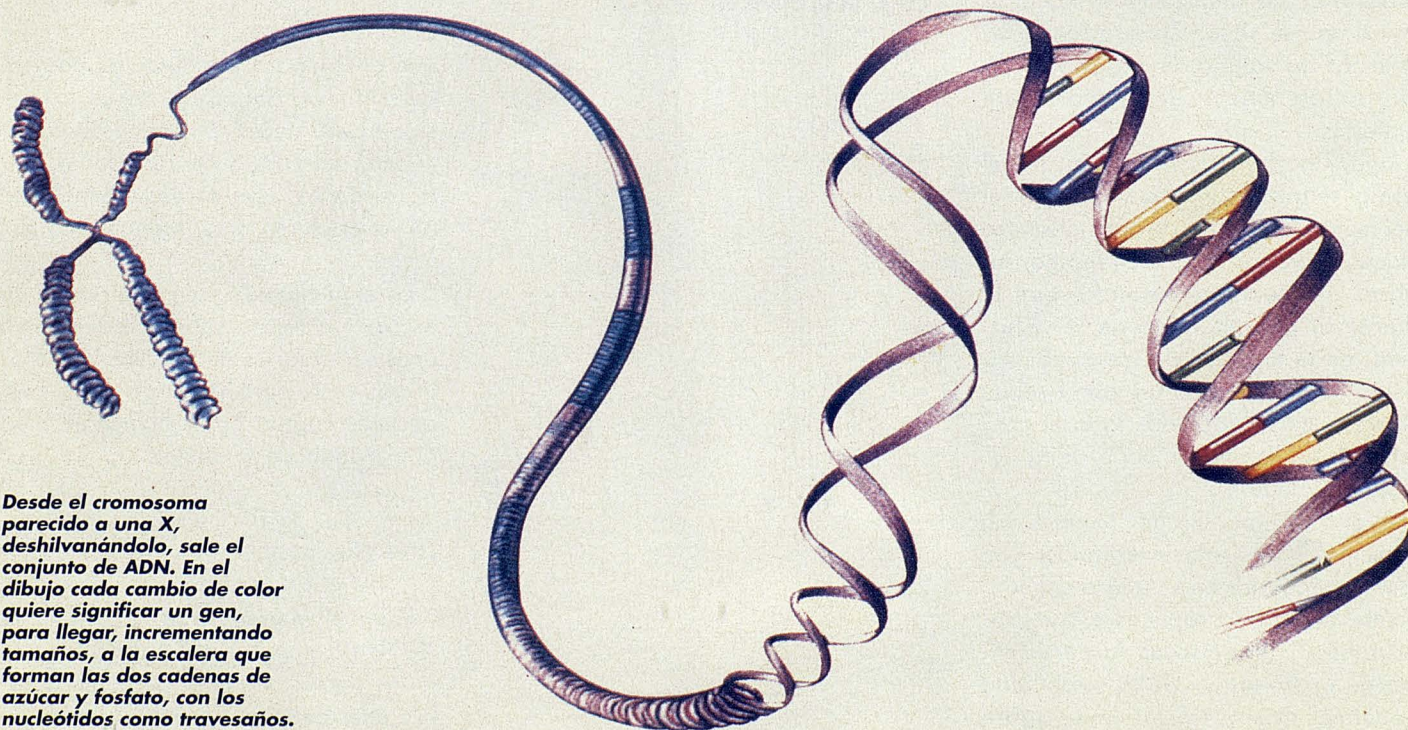
- Muy necesario para los clubes de razas en formación y para facilitar la inscripción internacional de una nueva raza. Si tienen los test del ADN, podrán demostrar científicamente, y no sólo por medidas y aspecto (que es un dato muy subjetivo), la diversidad y originalidad de la raza.

## Los componentes del ADN

son muy pocos, la

complejidad aparece en su

combinación innumerable



*Desde el cromosoma parecido a una X, deshilitándolo, sale el conjunto de ADN. En el dibujo cada cambio de color quiere significar un gen, para llegar, incrementando tamaños, a la escalera que forman las dos cadenas de azúcar y fosfato, con los nucleótidos como travesaños.*



■ Puede servir para revalidar la paternidad en casos de problemas sanitarios o de cuarentena.

■ Confirmará o denegará el origen de un perro en cualquier situación de litigio.

■ Aunque poco frecuente, podrá confirmar el origen de un semen, en caso de dudas para inseminación artificial.

Las pruebas son relativamente sencillas y rápidas; en poco más de una semana pueden conocerse los resultados. Grandes clubes de Estados Unidos ya ofrecen este test como servicio a sus afiliados.

## Proyecto «Genoma canino»

Para elaborar un mapa genético del genoma canino es preciso el uso de marcadores polimórficos específicos. Normalmente con pocas secuencias de ADN ya basta, sólo con dos a seis pares de nucleótidos.

En el segundo Congreso Internacional del DOGMAP de Cambridge, en 1995, fueron recogidas las últimas novedades sobre el «mapa genético», así como los trabajos de la Unidad de Genética Molecular de la Facultad de Veterinaria de la Autónoma de Barcelona, primer laboratorio en España en esta especialización. Este laboratorio y la Unidad de Veterinaria Legal de la Universidad Autónoma de Barcelona ofrecen, a precios asequibles, tanto pruebas de paternidad como de identificación individual. Hoy hay otros centros que están en preparación para hacer estas pruebas del ADN.

La Fundación Aurora, que promueve el American Kennel Club (AKC), ya ha creado un libro sobre las irregularidades genéticas, promoviendo congresos para intercambio de conocimientos y su divulgación.

## Origen del perro y su tiempo de separación del lobo

En anteriores escritos traté «in extenso» sobre tan apasionante tema, pero en su confirmación han entrado las conclusiones de los estudios realizados sobre ADN por varios laboratorios, dirigidos por el profesor R. Wayne, de la Universidad de California, comparando varios ejemplares de perros de razas diversas y otros varios cánidos.

Con ello quedó reafirmado que los perros tienen como únicos ancestros a variedades de lobos y que la primera separación, realizada por elección humana, diferente que la lobuna silvestre, ocurrió hace entre 130.000 y 100.000 años. Lo que confirma que el perro ha sido el primer animal realmente domesticado.

La zona del ADN investigada es una que tiene gran polimorfismo, y en la parte mitocondrial, sobre la que no influye la parte paternal, para así tener seguridad en el tiempo transcurrido. El número de diferencia de nucleótidos en secuencias similares del ADN en el genoma de todas las especies sirve, a modo de reloj molecular, para conocer el momento que ocurrió la separación en subespecies, por el diferente sistema selectivo realizado.

Por análisis del ADN del núcleo pudo comprobarse que en algunas razas ha habido nueva entrada de sangre lobuna, pero menos de lo esperado, y se asegura que ninguna otra especie de cánido intervino. ¡El perro es una subespecie del lobo!

# ¿Qué son las siglas TACG?

Hay cuatro letras menos conocidas pero que son sumamente importantes para la genética moderna. Según su situación, y la cadencia, dentro de la espiral que forma el ADN, transmiten los datos genéticos para la herencia. Son, sin duda, la base de la vida. Parece obvio que tuvieron que formarse, o crearse, «antes» de que apareciera el primer signo de la vida primigenia...

Estas letras, TACG, se refieren a la inicial de los cuatro nucleótidos que se unen a la base de azúcar del ADN. Están situadas, al igual que los travesaños, o peldaños, en una larguísima escalera en espiral o «de



FOTO: LAURA BERTOLIN VIZUETE

Muchos de los genes que producen enfermedades ya han sido descubiertos



caracol»... Según el orden, posición y secuencia, forman el código genético de todos los seres vivos. En realidad es un fenómeno de recopilación y de transmisión de información. La cibernética y la genética, mano a mano...

Los cuatro nucleótidos son timina, adenina, citosina y guanina, situados así ya que van siempre en pareja. La colocación de estos nucleótidos son mensajes escritos para que el ser los cumpla, aunque hay buena parte de la información que no es usada o no precisa ser utilizada. Las secuencias poseen pequeñas diferencias entre cada individuo (hay millones y millones) y sólo los gemelos univitelinos son idénticos. El total de la información genética del ADN se va actualizando, hasta determinar las propiedades genéticas del organismo, que forman el genotipo o genoma.

#### Defectos congénitos a eliminar

Como indica el nombre, los defectos congénitos son los que se transmiten por herencia de uno de los progenitores o de ambos a su descendencia.

Si podemos reconocerlos pronto es cuando el criador tiene la oportunidad de solventarlos, siempre a base de no utilizar de nuevo al padre y/o a la madre como reproductores. Una cola retorcida o espolones se ven pronto, pero la catarata de retina o la displasia de cadera se diagnostican cuando ya se han reproducido de nuevo los padres problemáticos.

Es importante llevar un registro concienzudo de las camadas de todos los reproductores e incluso de los hermanos de los mismos (lo denominamos «control de descendencia»), para detectar presencia de anomalías. Como son animales que pueden estar en otros cheniles conviene que exista consenso entre todos para eliminar a los portadores en el proceso de reproducción.

Los clubes de raza y las centrales o federaciones deben velar para que no sean aceptados como reproductores

res aquellos animales con riesgo de transmitir enfermedades, y, de existir pruebas para su diagnóstico, que sean exigidas antes de su inscripción en el registro de la raza o pedigrí.

Creo que un club de raza «no puede recomendar» como reproductor a un perro o perra al que no se le hayan realizado las pruebas conocidas y, de haberlas realizado, que den negativo. ¡Por muy campeón o campeona que sea!

Por supuesto, debería existir un control de la reproducción y venta de los animales no registrados, algo que parece muy complejo pero no es utópico, ya que será imprescindible si deseamos mejorar. Un primer paso sería conseguir que todos los perros estén censados, algo que, por desgracia, no se cumple, ni siquiera son mayoría...

Son muchas las enfermedades o defectos congénitos, y sólo como muestra cito a los más frecuentes, empezando por la cabeza y finalizando en la cola: prognatismo, número y situación de piezas dentarias, nariz estenótica, entropión grave y otros problemas en ojos y párpados, fontanela abierta, sordera, problemas de la piel, soplo cardíaco, hernias, displasias de cadera y de codo, luxación de rótula, cáncer y cola retorcida.

#### Test del ADN como control de enfermedades

Muchos de los genes que producen enfermedades o alteraciones ya han sido descubiertos, especialmente para los que se deben a un solo factor. Más complejo será, desde el análisis del genoma, llegar a localizar a los genes defectuosos, o los marcadores, en casos que sean de transmisión poligénica; necesario para diseñar un test del ADN que pueda indicarnos si un reproductor, o futuro, lo padece. Es el caso de la displasia, síndrome del que aún se desconoce la totalidad de genes que están implicados.

Hoy día ya son normales las pruebas para la enfermedad de Von Willebrand, que afecta a Dobermanns, Scottish Terriers y ciertos Collies; la atrofia de retina de los Setters Irlandeses; la deficiencia de fosfo-fructo-quinasa, más común en Cockers y Sprin-



FOTO: ISABEL BURGOS.

## Los estudios del ADN

canino confirman

que el perro es el primer  
animal realmente

domesticado por el hombre

ger Spaniels, etc. Hay otros en investigación, por ejemplo, el enanismo en el Alaskan Malamute o de la cardiomiopatía en Dobermanns.

Son pruebas complejas pero ya existen; además su conocimiento y puesta a disposición de forma asequible avanza a grandes pasos.

Lo más importante es que haya buena voluntad de mejora, algo que, y es obvio, no está totalmente asumido. Es muy necesario (imprescindible) que estemos todos implicados en que se lleve a cabo esta «voluntad de mejora», en un muy próximo futuro, y no sea sólo «voluntad», sino «realización de la mejora», y ponerla en práctica. ■